Québec

Note de recherche forestière n° 109

Rendement anticipé des plantations d'épinette noire dans les domaines écologiques de la pessière noire

GUY PRÉGENT[1] ET SYLVAIN VÉGIARD[2]

F.D.C. 547(047.3)(714)
L.C. SD 397 B53

*

*

Résumé

Au cours de l'année 1998, 41 placettes ont été établies parmi les plus vieilles plantations nordiques d'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] BSP) afin de vérifier si les rendements anticipés pour ces plantations pourront être atteints et de concevoir, si possible, des modèles de prédiction de la qualité de la station à partir des caractéristiques écologiques. Les résultats indiquent que le rendement des plantations d'épinette noire dans les domaines de la pessière noire sera généralement inférieur à celui observé dans des domaines écologiques plus méridionaux. L'indice de qualité de station déterminé 8 ans après la mise en terre est généralement surestimé pour les stations les plus fertiles. Par contre, il est relativement constant pour les stations les moins fertiles de sorte que les stations les moins productives peuvent être détectées en bas âge. Une équation de régression est fournie afin de corriger ce biais. L'indice de qualité de station peut également être prédit à partir de paramètres écologiques plutôt qu'avec la relation habituelle entre l'âge et la hauteur dominante. Cette relation met en cause la diversité floristique et la capacité d'échange cationique du sol.

Mots clés : *Picea mariana* ; rendement ; indice de qualité de station ; diversité floristique ; forêt boréale.

Abstract

In 1998, 41 sample plots were established in the oldest northern black spruce (Picea mariana *[Mill.] BSP) plantations in order to check whether the anticipated yields for these plantations can be obtained. Another objective was to develop, if possible, prediction models for site quality using ecological characteristics. Results indicate that plantation yields for black spruce growing in the black spruce domain will generally be inferior to those observed in more southerly ecological domains. The site index quality determined 8 years after planting is generally overestimated on the most fertile sites. On the other hand, it is fairly constant for the least fertile sites, so less productive sites may be identified at a young age. A regression equation is included in order to correct this bias. The site quality index may also be predicted using ecological parameters rather than the usual relationship between age and dominant height. This relationship makes use of floristic diversity and the cation exchange capacity of the soil.*

Key words : Picea mariana *; yield ; site index ; floristic diversity ; boreal forest.*

*

*

[1] Ing. f., M. Sc., Service de la sylviculture et du rendement des forêts, Direction de la recherche forestière
[2] B. Sc. Biologie et B. Sc. Statistique, Service des expertises, de liaison et de coordination, Direction de la recherche forestière

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) G1P 3W8 Canada

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : rech.for@mrn.gouv.qc.ca

Tableau 1. Caractéristiques des plantations échantillonnées

APPELLATION DE LA PLANTATION[1]	ORIGINE	ANNÉE D'ORIGINE	PRÉPARATION DE TERRAIN	ANNÉE DE PLANTATION	OUTIL DE PLANTATION	TYPE DE PLANTS[2]	ÂGE DES PLANTS	PROVENANCE
C1	Coupe	1977	Disques	1984	PELLE	RN	2-2	78B-82B
C2	Coupe	1977	Disques	1984	PELLE	RN	2-2	79L-63
C3	Coupe	1976	Pelle en V	1979	MÉCANIQUE	RN	2-1	73K-40
C4	Feu	1971	Aucune	1977	PELLE	RN	2-3	73Y-17
M1	Feu	1972	Pelle en V	1977	MÉCANIQUE	RN	2-2	70E-472
M2	Coupe	1976	Disques	1983	PELLE	RN	1,5-1,5	73K-48B
M3	Coupe	1974	Disques	1985	PIC	45-110	1,5	80H-96
R1	Coupe	1980	Disques	1983	PELLE	RN	1,5-1,5	71Y08
S1	Coupe	1974	Marden	1980	PELLE	RN	2-1	73F-49
S2	Coupe	1975	Disques	1981	PELLE	RN	1,5-1,5	73K-48B
S3	Coupe	1975	Disques	1981	PELLE	RN	1,5-1,5	73K-48B
S4	Coupe	1975	Disques	1981	PELLE	RN	1,5-1,5	73K-48B
S5	Coupe	1973	Disques	1983	PELLE	RN	1,5-1,5	71Y-08
S6	Coupe	1973	Disques	1983	PELLE	RN	1,5-1,5	71Y-08
S7	Coupe	1975	Disques	1985	PUT KI	45-110	1,5	79E-29

[1] La lettre indique l'unité de gestion (C : Chibougamau, M : Mistassini, R : Rivière-Péribonka et S : Saint-Félicien) ; le chiffre est un numéro séquentiel pour différencier les plantations d'une même unité de gestion.

[2] RN : racines nues ; 45-110 : Récipient de 45 cavités de 110 cm^3 chacune.

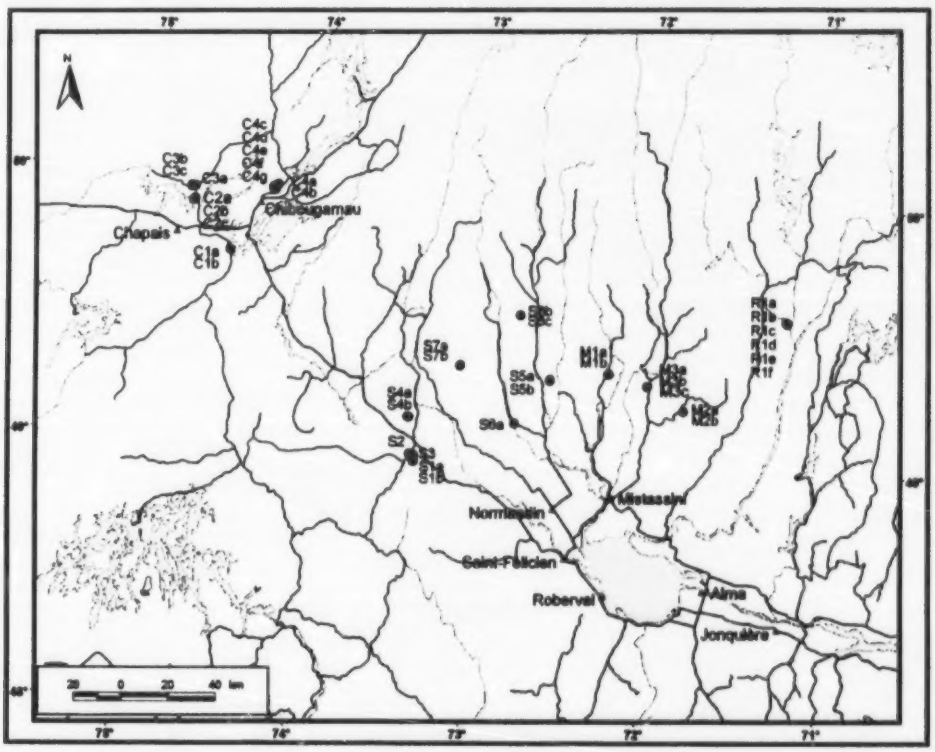

Figure 1. Localisation des placettes.

101-02913

Introduction

Au cours des années 80, l'épinette noire est devenue l'essence la plus utilisée pour les reboisements au Québec. L'étude des plantations réalisée au cours de cette période afin d'élaborer les premières tables de rendement de cette essence (Prégent *et al.* 1996) a été limitée par le faible nombre de vieilles plantations disponibles et par l'absence complète de telles plantations dans les domaines écologiques occupés par la pessière noire. Les auteurs précisaient d'ailleurs que ces domaines devraient être couverts lors des échantillonnages subséquents afin d'étendre la validité des modèles de rendement conçus.

Plusieurs plantations ont été établies depuis dans les domaines écologiques occupés par la pessière noire et le rendement anticipé de ces plantations influence désormais une part très importante de la possibilité forestière des régions de l'Abitibi, du Saguenay – Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord. Par surcroît, cette importance est amplifiée puisqu'on peut attribuer un rendement de plantation aux pessières naturelles ayant bénéficié d'une éclaircie précommerciale. Ainsi, les rendements minimaux pour cette essence prévus au *Manuel d'aménagement forestier* (Anonyme 1998) sont de 175 m³/ha à 70 ans pour la plus faible qualité de station trouvée par Prégent *et al.* (1996), soit celle de 6 m (hauteur dominante à un âge de référence de 25 ans).

Le rendement des plantations est prédit notamment par l'indice de qualité de station, lequel est généralement basé sur la relation âge-hauteur dominante. Toutefois, l'utilisation de la relation âge-hauteur dominante comporte certaines lacunes : elle ne peut être utilisée avant l'établissement de la plantation et de plus, elle est moins fiable en bas âge, particulièrement pour les plantations de moins de 15 ans d'âge total. Ainsi, il pourrait être avantageux de concevoir des modèles de prédiction de la qualité de la station en prenant compte uniquement des caractéristiques écologiques de la station telles la pente, l'exposition, la classe de drainage, la présence et l'abondance de certaines espèces végétales.

Au cours de l'année 1998, 41 placettes permanentes ont été établies parmi les plus vieilles plantations nordiques disponibles. Cette étude vise à présenter les résultats obtenus lors de l'établissement de ces placettes et plus particulièrement à vérifier si les rendements anticipés pour ces plantations pourront être atteints ainsi qu'à concevoir, si possible, des modèles de prédiction de la qualité de la station à partir des caractéristiques écologiques.

Matériel et méthodes

Les plus vieilles plantations disponibles étaient situées dans la région administrative du Saguenay – Lac-Saint-Jean, soit dans les unités de gestion de la Rivière-Péribonka (nº 24), de Roberval – Saint-Félicien (nº 25), de Chibougamau (nº 26) et de Mistassini (nº 27). Les caractéristiques des 15 plantations échantillonnées sont présentées au tableau 1. Ces plantations ont été établies à la suite de coupes totales à l'exception des plantations C4 et M1 pour lesquelles le feu est à l'origine de la perturbation. L'année de la mise en terre des plants varie de 1977 à 1985. Les deux plantations les plus récentes (M3 et S7) sont les seules de plants produits en récipients et ces plants ont été mis en terre à l'été ; toutes les autres plantations ont été réalisées au printemps avec des plants à racines nues. Tous les plants ont été produits à la pépinière de Normandin. La densité de reboisement varie de 1 650 à 4 350 plants par hectare ; la plupart des plantations ayant une densité entre 2 000 et 3 000 plants par hectare.

De une à sept placettes de 400 m² ont été établies dans chacune de ces plantations. Les placettes sont établies de façon à éviter les grandes trouées improductives (plus de 40 m² d'un seul tenant sans arbre) et les secteurs dominés ou éventuellement dominés par la végétation naturelle. Les placettes sont circulaires (11,28 m de rayon) à l'exception des placettes S2 (placette rectangulaire de 10 m x 40), M1a et M1b (placettes carrées de 20 m x 20). Les plantations S5, M1, M2 et M3 sont situées à la limite nord du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc. Néanmoins, la végétation qui s'y retrouve s'apparente plus à celle du domaine de la pessière noire. Toutes les autres placettes font partie du domaine de la pessière noire à mousses (Thibault 1985). La cartographie de ces secteurs indiquent des dépôts de surface glaciaires (till indifférencié pour la plupart) ou fluvio-glaciaires. La localisation et les caractéristiques de ces placettes sont présentées à la figure 1 et au tableau 2 respectivement.

Dans chacune de ces placettes, on a mesuré la hauteur et le DHP de tous les arbres plantés quelle que soit la hauteur, ainsi que tous les arbres naturels de plus de 1,30 m de hauteur. On a évalué la hauteur au centimètre près à l'aide d'une règle graduée et le DHP au millimètre près avec un compas ou un ruban métallique dans le cas des plus grosses tiges. De plus, la hauteur totale à la fin de 1993 (5 ans auparavant) ainsi que 8 ans après la mise en terre (année variable selon l'âge de la plantation) a été mesurée sur les huit plus hauts arbres plantés de chacune des placettes en tenant compte des cicatrices sur la tige principale ; ces mesures visent à évaluer le degré de stabilité de l'indice de qualité de station dans le temps et à vérifier la possibilité d'utiliser la relation âge-hauteur dominante en bas âge. On a noté le degré de compétition à l'intérieur d'un rayon de 1 m de la tige mesurée et la présence de défauts sur l'arbre mesuré. De plus, on a étiqueté tous les arbres mesurés afin d'étudier ultérieurement leur croissance et de concevoir des modèles d'arbres individuels. On a également effectué un relevé de végétation des espèces naturelles.

Dans chacune des placettes, on a prélevé cinq échantillons de sol dans les 15 premiers centimètres de sol minéral. Par la suite, on a mélangé ces échantillons pour former un échantillon par placette. Les analyses chimiques et granulométriques ont été réalisées au laboratoire de la Direction de la recherche forestière selon les méthodes habituelles.

Tableau 2. Localisation et caractéristiques des placettes

APPELLATION DE LA PLACETTE[1]	LATITUDE[2]	LONGITUDE[2]	RÉGION DE THIBAULT	RÉGION DE SAUCIER	DISRICT ÉCOLOGIQUE[3]	PENTE (%)	EXPOSITION (degrés)	DRAINAGE	DÉPÔT CARTOGRAPHIQUE	NUMÉRO DE LA DRF
C1a	49° 43' 50"	74° 31' 40"	12b	6c-T	129G006	4	140	2	n.d.	30193 1
C1b	49° 43' 50"	74° 31' 40"	12b	6c-T	129G006	11	332	5	n.d.	30193 2
C2a	49° 54' 40"	74° 45' 30"	12b	6c-T	129A018	6	89	4	1A	30194 1
C2b	49° 54' 20"	74° 45' 40"	12b	6c-T	129A018	11	136	4	1A	30194 2
C2c	49° 54' 20"	74° 46' 00"	12b	6c-T	129A018	8	199	4	1A	30194 3
C3a	49° 57' 30"	74° 45' 40"	12b	6c-T	129P010	0	–	4	2B	30195 1
C3b	49° 57' 20"	74° 47' 10"	12b	6c-T	129P010	4	243	4	2B	30195 2
C3c	49° 57' 30"	74° 47' 00"	12b	6c-T	129P010	2	300	4	2B	30195 3
C4a	49° 59' 20"	74° 16' 20"	12b	6f-T	136G005	9	332	4	2A	30210 1
C4b	49° 59' 10"	74° 16' 30"	12b	6f-T	136G005	10	306	3	2A	30210 2
C4c	49° 58' 30"	74° 18' 00"	12b	6f-T	136G005	1	2	3	2BE	30210 3
C4d	49° 58' 30"	74° 18' 00"	12b	6f-T	136G005	8	203	2	1AR	30210 4
C4e	49° 58' 40"	74° 18' 00"	12b	6f-T	136G005	6	230	2	1AR	30210 5
C4f	49° 58' 20"	74° 18' 00"	12b	6f-T	136G005	0	–	2	1AR	30210 6
C4g	49° 58' 30"	74° 18' 00"	12b	6f-T	136G005	4	305	3	2BE	30210 7
M1a	49° 21' 20"	72° 14' 50"	8h	5d-T	96V007	4	100	3	2BE	30196 1
M1b	49° 21' 20"	72° 15' 10"	8h	5d-T	96V007	0	–	3	2BE	30196 2
M2a	49° 13' 40"	71° 48' 20"	8h	5d-T	98V011	5	268	3	1A	30197 1
M2b	49° 13' 40"	71° 48' 20"	8h	5d-T	98V011	0	–	3	1A	30197 2
M3a	49° 19' 00"	72° 01' 20"	8h	5d-T	98W013	7	331	4	2A	30211 1
M3b	49° 19' 00"	72° 01' 20"	8h	5d-T	98V009	2	258	4	2A	30211 2

Tableau 2 (suite). Localisation et caractéristiques des placettes

APPELLATION DE LA PLACETTE[1]	LATITUDE[2]	LONGITUDE[2]	RÉGION DE THIBAULT	RÉGION DE SAUCIER	DISRICT ÉCOLOGIQUE[3]	PENTE (%)	EXPOSITION (degrés)	DRAINAGE	DÉPÔT CARTOGRAPHIQUE	NUMÉRO DE LA DRF
M3c	49° 19' 00"	72° 01' 10"	8h	5d-T	98W013	6	258	4	2A	30211 3
R1a	49° 34' 40"	71° 13' 50"	12b	5d-T	100W011	6	325	2	2BE	30212 1
R1b	49° 34' 50"	71° 13' 40"	12b	5d-T	100W011	4	243	2	2BE	30212 2
R1c	49° 34' 50"	71° 13' 50"	12b	5d-T	100W011	0	–	2	2BE	30212 3
R1d	49° 34' 40"	71° 13' 20"	12b	5d-T	100W011	0	–	2	1A	30212 4
R1e	49° 34' 40"	71° 13' 30"	12b	5d-T	100W011	0	–	2	2BE	30212 5
R1f	49° 34' 30"	71° 13' 20"	12b	5d-T	100W011	4	220	2	2BE	30212 6
S1a	48° 59' 00"	73° 21' 30"	12b	6e-T	130E022	7	28	2	1A	30186 1
S1b	48° 59' 00"	73° 21' 20"	12b	6e-T	130E022	3	186	2	1A	30186 2
S2	49° 00' 40"	73° 23' 00"	12b	6e-T	130E022	8	344	3	1A	30187 1
S3	49° 00' 20"	73° 21' 30"	12b	6e-T	130E022	5	102	3	1A	30188 1
S4a	49° 08' 50"	73° 24' 10"	12b	6e-T	130E022	5	83	3	1A	30189 1
S4b	49° 09' 00"	73° 24' 30"	12b	6e-T	130E022	3	220	3	1A	30189 2
S5a	49° 19' 20"	72° 35' 30"	8h	5d-T	97E009	4	236	3	1A	30190 1
S5b	49° 19' 10"	72° 35' 30"	8h	5d-T	96V005	5	96	4	1A	30190 2
S6a	49° 33' 40"	72° 47' 10"	12b	5d-T	97E009	0	–	3	1A	30191 1
S6b	49° 33' 40"	72° 47' 10"	12b	5d-T	97E009	1	334	3	1A	30191 2
S6c	49° 33' 40"	72° 47' 10"	12b	5d-T	97E009	4	49	3	1A	30191 3
S7a	49° 21' 20"	73° 07' 20"	12b	6e-T	131E013	5	52	4	1A	30192 1
S7b	49° 21' 30"	73° 07' 20"	12b	6e-T	131E013	6	12	3	1A	30192 2

[1] La première lettre indique l'unité de gestion (C : Chibougamau, M : Mistassini, R : Rivière-Péribonka et S : Saint-Félicien) ; le chiffre est un numéro séquentiel pour différencier les plantations d'une même unité de gestion ; la dernière lettre différencie les placettes d'une même plantation.

[2] La latitude et la longitude sont présentées avec une précision de 10 secondes.

[3] Voir ROBITAILLE, A. et P. GRONDIN, 1992 pour la définition du district écologique de la classe de drainage et du dépôt cartographique.

La construction du modèle de prédiction de l'indice de qualité de station à partir de paramètres écologiques a été faite selon une approche que nous désignerons par « régression avec variables de bruit ». Cette méthode consiste à soumettre les variables explicatives à l'épreuve décrite ci-après. Nous supposons que k variables sont observées et celles-ci deviennent candidates pour faire partie du modèle de régression. L'ensemble des données est alors augmenté d'un nombre égal de variables de bruit (variables générées aléatoirement selon une loi uniforme sur l'intervalle [0, 1]), ce qui donne une possibilité de 2 k variables pour faire partie du modèle. Ensuite, par un essai intensif du plus grand nombre de modèles possibles (option MINR de la procédure REG du logiciel SAS), seuls les meilleurs modèles ne renfermant aucune variable de bruit sont retenus (Miller 1990). Cette méthode n'utilise pas les seuils observés (valeur p) comme critère de validation statistique d'un modèle, et elle est de ce fait plus robuste face au non-respect des postulats de base de la régression (normalité, homogénéité des variances, etc.) mais elle est également plus conservatrice dans le sens qu'elle aura tendance à produire des modèles comportant moins de variables explicatives et un plus faible coefficient de détermination. Par contre, elle aide à prévenir les problèmes liés au surajustement des modèles, problème particulièrement important lorsque le nombre d'observations est faible par rapport au nombre de variables indépendantes, comme dans cette étude d'ailleurs.

Résultats

1- Indice de qualité de station (IQS)

L'indice de qualité de station varie de 3,03 m (placette C1b) à 8,27 m (placette R1e) (tableau 3). Les valeurs minimales et maximales dépendent de la taille de l'échantillon. Néanmoins, en dépit du faible nombre de placettes, la valeur minimale est largement en deçà de la valeur minimale trouvée par Prégent *et al.* (1996) qui était de 5,8 m. Ces résultats indiquent que les valeurs minimales d'indices de qualité de station y sont bien inférieures à celles observées dans les domaines écologiques plus méridionaux. Après 15 ans de croissance en plantation (19 ans d'âge total), la hauteur dominante et la hauteur moyenne des épinettes noires plantées de la placette C1b, ne sont respectivement que de 2,06 et 1,26 m. Ces valeurs sont de 5,63 et 4,05 m respectivement après 16 ans de croissance pour la placette la plus productive (R1e). De plus, la production en surface terrière observée est généralement inférieure à celle prédite par les tables de rendement lorsque l'indice de qualité de station est supérieur à 6 m. Ce phénomène est plus accentué pour les placettes établies sur d'anciens brûlis.

La répartition par classe de qualité de station est présentée à la figure 2 (rectangles sur fond noir identifiés par « Nord » dans la légende). Près de 32 % des placettes établies font partie des classes de 5 m et moins, soit celles pour lesquelles les tables de rendement de Prégent *et al.* (1996) ne permettent pas actuellement de prédire de rendement. La répartition des placettes ayant servi à l'élaboration de ces tables est représentée par des rectangles sur fond gris dans cette même figure. Il faut noter que les placettes de modélisation de la croissance ne sont pas établies aléatoirement car elles visent à couvrir une gamme variée de conditions de croissance. Néanmoins, ces résultats illustrent le besoin d'étendre le domaine de validité des tables de rendement existantes et que les rendements des plantations d'épinette noire dans le domaine écologique de la pessière noire pourraient être inférieurs à ceux anticipés.

2- Stabilité dans le temps de l'indice de qualité de station

L'indice de qualité de station calculé en 1998 diffère grandement de celui estimé 8 ans après la mise en terre et ce, particulièrement pour les stations les plus fertiles (figure 3). La ligne pointillée sur la figure 3 indique la situation qui prévaudrait si l'indice de qualité de station était stable dans le temps alors que le trait plein décrit la situation observée selon le modèle de régression retenu. Ainsi, pour un faible indice de qualité de station observé à 8 ans, une légère amélioration est possible. Par contre, pour une station de qualité élevée à 8 ans, une forte diminution est prédite. Alors qu'à 8 ans, plusieurs placettes indiquaient un indice de qualité de station supérieur à 10 m, aucune de ces placettes n'a pu maintenir ce rythme de croissance de sorte qu'aucune n'a pu atteindre un indice supérieur à 8 m en 1998.

L'indice de qualité de station s'est grandement stabilisé au cours de la période allant de 1993 à 1998 (figure 4) malgré une légère baisse pour les stations les plus fertiles. Ces résultats indiquent que la fonction permettant d'estimer l'indice de qualité de station (Prégent *et al.* 1996) est biaisée pour les plantations les plus fertiles âgées de 8 ans (âge total de 9 à 12 ans selon la durée de production des plants en pépinière) du domaine de la pessière noire. Une surestimation de la production en volume est prévisible lorsqu'on utilise l'indice de qualité de station pour les jeunes plantations ayant eu une bonne croissance en hauteur au cours des premières années suivant la mise en terre. Les informations futures en provenance de ces placettes ainsi que celles du réseau implanté dans les jeunes plantations pour la mesure des effets réels permettront éventuellement de préciser l'indice de qualité de station pour ces situations.

3- Prédiction de l'indice de qualité de station par des paramètres écologiques

Parmi la multitude de variables testées, le nombre d'espèces naturelles excluant les mousses et lichens s'est révélé être le meilleur paramètre pour prédire l'indice de qualité de station. Les mousses et lichens ont été exclus de ce dénombrement à cause de la complexité à distinguer les nombreuses espèces et surtout de la difficulté subséquente qu'il y aurait eu à utiliser le modèle de régression. Les placettes ayant au moins 15 espèces différentes ont un indice de qualité de station supérieur à 6 m. L'indice de qualité de station est plus variable lorsque le nombre d'espèces est inférieur à 15.

Tableau 3. Résultats dendrométriques des placettes

APPELLATION DE LA PLACETTE[1]	ÂGE TOTAL (années)	HAUTEUR DOMINANTE (m)	IQS (m)	HAUTEUR MOYENNE (m)	TAUX DE SURVIE (%)	SURFACE TERRIÈRE TOTALE (m^2/ha)	SURFACE TERRIÈRE MARCHANDE (m^2/ha)	VOLUME TOTAL (m^3/ha)	VOLUME MARCHAND (m^3/ha)	NOMBRE DE TIGES[2] (/ha)	NOMBRE DE TIGES MARCHANDES (/ha)
C1a	19	2.33	3.43	1.21	73.1	0.08	0.00	0.59	0.00	650	0
C1b	19	2.06	3.03	1.26	81.5	0.05	0.00	0.59	0.00	700	0
C2a	19	4.16	6.11	2.84	85.9	1.49	0.00	3.83	0.00	1925	0
C2b	19	3.40	5.00	1.90	74.4	0.34	0.00	1.19	0.00	925	0
C2c	19	4.81	7.06	3.69	69.3	2.97	0.00	6.75	0.00	1750	0
C3a	23	5.41	5.97	3.53	52.8	1.56	0.00	4.04	0.00	900	0
C3b	23	4.21	4.64	2.72	69.9	0.85	0.00	2.29	0.00	1175	0
C3c	23	4.74	5.23	3.24	56.1	1.00	0.00	2.63	0.00	925	0
C4a	27	7.31	6.42	5.35	84.0	10.12	3.53	28.14	6.67	2225	450
C4b	27	8.02	7.05	6.48	73.2	7.87	4.29	25.41	9.90	1300	475
C4c	27	7.71	6.78	5.93	74.8	9.06	1.41	27.57	3.20	2300	175
C4d	27	8.14	7.16	6.32	74.1	8.66	2.55	27.88	6.04	2000	300
C4e	27	7.51	6.60	5.98	68.1	7.06	1.77	21.49	3.82	1575	225
C4f	27	7.72	6.79	6.10	81.6	8.33	2.45	25.54	5.32	1775	300
C4g	27	7.28	6.40	5.70	69.4	7.48	3.49	22.16	6.96	1650	425
M1a	24	5.74	5.95	3.84	77.9	3.63	0.00	9.32	0.00	2475	0
M1b	24	4.08	4.23	2.12	66.7	0.93	0.00	3.19	0.00	2375	0
M2a	19	5.61	8.24	3.85	81.0	2.91	0.00	7.41	0.00	2125	0
M2b	19	3.24	4.75	1.81	78.8	0.31	0.00	1.55	0.00	1475	0
M3a	15	2.71	5.78	1.58	89.7	0.19	0.00	1.42	0.00	1575	0
M3b	15	2.88	6.14	1.76	84.4	0.24	0.00	1.50	0.00	1575	0

Tableau 3 (suite). Résultats dendrométriques des placettes

APPELLATION DE LA PLACETTE[1]	ÂGE TOTAL (années)	HAUTEUR DOMINANTE (m)	IQS (m)	HAUTEUR MOYENNE (m)	TAUX DE SURVIE (%)	SURFACE TERRIÈRE TOTALE (m^2/ha)	SURFACE TERRIÈRE MARCHANDE (m^2/ha)	VOLUME TOTAL (m^3/ha)	VOLUME MARCHAND (m^3/ha)	NOMBRE DE TIGES[2] (/ha)	NOMBRE DE TIGES MARCHANDES (/ha)
M3c	15	3.41	7.26	1.75	88.8	0.35	0.00	1.66	0.00	1350	0
R1a	19	2.74	4.03	1.56	87.4	0.21	0.00	1.22	0.00	1275	0
R1b	19	3.30	4.85	1.72	80.0	0.27	0.00	1.36	0.00	1300	0
R1c	19	3.61	5.30	1.92	78.6	0.40	0.00	1.79	0.00	1550	0
R1d	19	4.58	6.73	2.74	84.4	1.15	0.00	3.30	0.00	1750	0
R1e	19	5.63	8.27	4.05	74.5	3.19	0.00	8.21	0.00	2050	0
R1f	19	4.14	6.08	2.39	79.6	0.82	0.00	2.78	0.00	1950	0
S1a	21	6.23	7.86	4.54	76.4	8.07	0.34	20.28	0.47	2775	50
S1b	21	5.15	6.50	3.23	61.7	2.38	0.21	6.03	0.46	2000	25
S2	20	2.63	3.57	1.21	87.0	0.14	0.00	0.94	0.00	1025	0
S3	21	5.64	7.12	3.83	68.5	4.04	0.00	9.75	0.00	2200	0
S4a	21	2.79	3.52	1.49	73.4	0.19	0.00	1.07	0.00	1100	0
S4b	21	3.91	4.93	2.38	86.8	1.04	0.00	3.23	0.00	2250	0
S5a	19	4.21	6.19	2.26	90.1	1.13	0.00	3.06	0.00	1675	0
S5b	19	4.00	5.88	2.37	90.5	1.41	0.00	3.83	0.00	2250	0
S6a	19	3.72	5.46	2.02	76.7	0.59	0.00	1.86	0.00	1275	0
S6b	19	4.01	5.89	2.38	87.3	0.99	0.00	2.96	0.00	1975	0
S6c	19	4.17	6.13	2.82	72.7	1.35	0.00	3.52	0.00	1775	0
S7a	15	2.64	5.64	1.61	89.1	0.19	0.00	1.31	0.00	1425	0
S7b	15	3.44	7.34	2.11	93.6	0.57	0.00	2.24	0.00	1950	0

La production des espèces naturelles est exclue

1 La première lettre indique l'unité de gestion (C : Chibougamau, M : Mistassini, R : Rivière-Péribonka et S : Saint-Félicien) ; le chiffre est un numéro séquentiel pour différencier les plantations d'une même unité de gestion ; la dernière lettre différencie les placettes d'une même plantation.

2 Le nombre de tiges comprend uniquement les tiges de plus de 1,30 m de hauteur

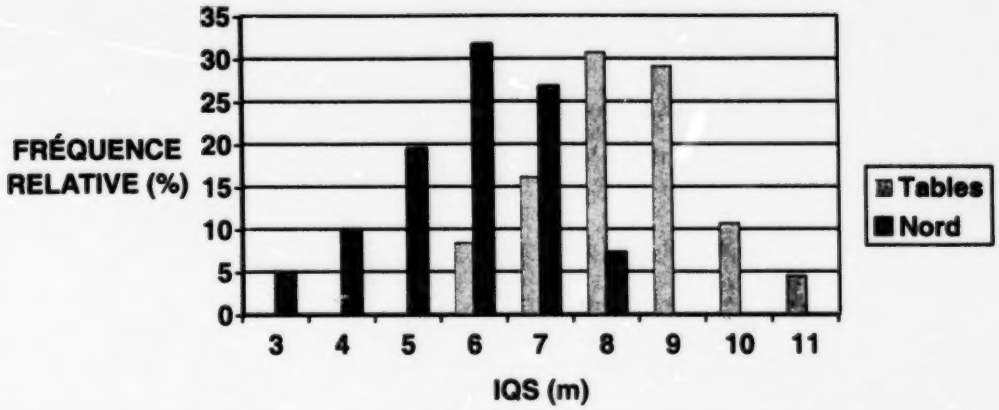

Figure 2. Distribution de fréquences relatives des placettes de l'étude (identifiées par « nord ») et celles des tables de rendement.

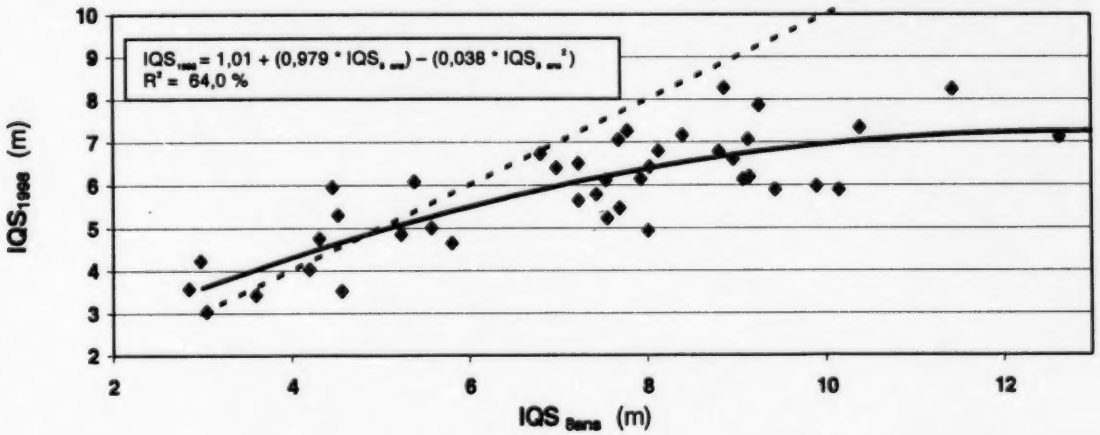

Figure 3. Relation entre l'indice de qualité de station observé 8 ans après la mise en terre et celui de 1998.

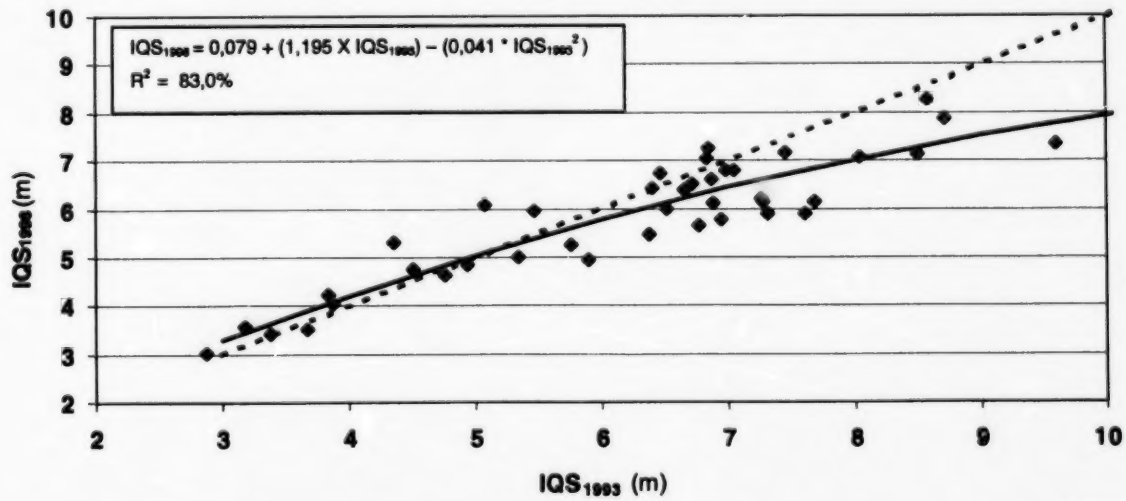

Figure 4. Relation entre l'indice de qualité de station observé en 1993 et 1998.

La capacité d'échange cationique du sol a permis d'améliorer la capacité de prédiction du modèle. En présence d'un faible nombre d'espèces, les qualités de station inférieures sont associées à des sols dont la capacité d'échange cationique est généralement inférieure à 15 méq/100 g. Aucune autre variable n'a pu être ajoutée sans introduire des variables de bruit. Le modèle retenu est le suivant :

$$\widehat{IQS} = 3{,}09 + (0{,}1072 * NESP) + (0{,}0793 * CEC)$$

où $\widehat{IQS}$ = Indice de qualité de station prédit (m)

NESP = Nombre d'espèces naturelles (excluant les mousses et lichens)

CEC = Capacité d'échange cationique (meq/100 g)

Avec R^2 = 42,4 %

MSE = 1,01 m

Il est important de noter que la qualité de la prédiction est inférieure dans ce cas-ci à celle obtenue avec l'indice de qualité de station calculé à 8 ans (figure 3).

La texture, le drainage, la pente, l'exposition, le type de dépôt, la latitude, les nombreux paramètres chimiques du sol (à l'exception de la capacité d'échange cationique), la présence ou l'abondance d'une plante particulière n'ont pas permis d'élaborer un modèle permettant de prédire plus efficacement l'indice de qualité de station. Par exemple, sur des loams sableux ou des sables loameux, il est possible d'y retrouver des stations très fertiles comme de très pauvres également.

Conclusion

À partir des résultats obtenus avec les 41 placettes, nous pouvons anticiper que le rendement des plantations d'épinette noire dans les domaines de la pessière noire sera généralement inférieur à celui observé dans des domaines écologiques plus méridionaux. Près de 34 % des placettes étudiées ont un indice de qualité de station inférieur à la valeur minimale ayant servi à l'élaboration des tables de rendement de cette espèce.

L'indice de qualité de station déterminé 8 ans après la mise en terre à partir de la relation entre l'âge total et la hauteur dominante (Prégent *et al.* 1996) est généralement surestimé pour les stations les plus fertiles. Par contre, il est relativement constant pour les stations les moins fertiles de sorte que les stations les moins productives peuvent être détectées en bas âge. Un modèle de régression permet de corriger l'estimation de l'indice de qualité de station à partir des observations faites à 8 ans.

L'indice de qualité de station peut être prédit à partir de paramètres écologiques plutôt qu'avec la relation habituelle entre l'âge et la hauteur dominante. La diversité floristique et la capacité d'échange cationique du sol permettent de prédire l'indice de qualité de station. Ainsi, les stations les plus fertiles sont associées à un nombre d'espèces végétales supérieur à 15 (en excluant les lichens et les mousses du dénombrement). Lorsque le nombre est inférieur à 15, les stations sont de qualité plus variable. Dans ce cas, les sols ayant une capacité d'échange cationique inférieure à 15 méq/100 g sont associés à des stations moins fertiles. Cette relation peut être utile pour de jeunes plantations. Toutefois, pour des plantations âgées de 8 ans, il sera plus précis d'utiliser l'indice de qualité de station observé à cet âge comme variable indépendante (figure 3) plutôt que d'utiliser la diversité floristique et la capacité d'échange cationique. La relation entre l'âge, la hauteur dominante et l'indice de qualité de station (Prégent *et al.* 1996) pourra éventuellement être améliorée lorsque les plantations du domaine écologique de la pessière noire seront plus âgées. De plus, des rendements pourront alors être prédits pour des indices de qualité de station inférieurs à 6 m.

Bien qu'il soit difficile de comparer les plantations issues de plants à racines nues de celles en récipients compte tenu du faible nombre pour ces dernières et des conditions variées de croissance, on ne peut distinguer de différences entre ces deux types de production tant au niveau du rendement potentiel que de la baisse de l'indice de qualité de station.

La présence et l'abondance de *Kalmia angustifolia*, plante reconnue pour réduire la croissance de l'épinette noire (Mallik 1987, Yamasaki *et al.* 1998), n'ont pu être liées à la variation de l'indice de qualité de station. Payandeh (1996) n'avait pu établir de lien entre la croissance en hauteur de l'épinette noire en plantation et les caractéristiques du sol ou de la végétation. Par exemple, la placette la plus productive et la moins productive contiennent toutes les deux un fort recouvrement en *Kalmia angustifolia*, *Ledum groenlandicum* et *Vaccinium angustifolia* ainsi que des lichens. Par contre, la placette la plus productive contient une plus grande diversité d'espèces et une plus forte capacité d'échange cationique.

La diminution de l'indice de qualité de station sur les stations les plus fertiles ne peut être attribuée à la compétition exercée par les espèces naturelles puisque celle-ci est relativement faible à l'intérieur de ces placettes. De plus, les tiges dominantes, celles servant au calcul de l'indice de qualité de station, ont une hauteur généralement supérieure à la compétition. Le type et la qualité de la préparation de terrain et leurs effets sur la fertilité de la station pourraient permettre de mieux comprendre les processus en cause. La durée temporaire de ces effets pourrait expliquer la baisse de l'indice de qualité de station lorsque la croissance a été très bonne au cours des huit premières années. Enfin, la plantation de pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) sur les stations les moins fertiles serait plus appropriée que l'épinette noire et permettrait d'obtenir de meilleurs rendements.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. Claude Bouchard du bureau régional du Saguenay – Lac-Saint-Jean, MM. Martin Castonguay et Mario Belletête de l'unité de gestion de Saint-Félicien, M. Daniel Villemure de l'unité de gestion de Chibougamau, MM. Denis Lefebvre et Mario Dubé de l'unité de gestion de Rivière-Péribonka, M. Nelson Lapointe de l'unité de gestion de Mistassini et M. André St-Pierre de la compagnie Donohue pour leurs aides précieuses quant aux renseignements fournis et au repérage des plantations. Nos remerciements vont également à MM. Yvon Lévesque, Jean-Yves Montambault, Conrad Thomassin et Guy Chantal pour la prise de mesures sur le terrain ainsi que M. Jean Noël pour la réalisation de la figure 1. Enfin la publication de cette note n'aurait pas été possible sans la contribution de Mmes Nathalie Langlois et Sylvie Bourassa pour la dactylographie et de M. Pierre Bélanger pour la révision et l'édition du texte.

Ce texte est un rapport partiel du projet de recherche 0209361E intitulé « Croissance et rendement des principales essences résineuses en plantation ».

Références

ANONYME, 1998. *Manuel d'aménagement forestier.* 3e édition. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des relations publiques. 122 p.

MALLIK, A.U., 1987. *Allelopathic potential of* Kalmia angustifolia *to black spruce (*Picea mariana*).* Forest Ecology and Management 20 : 43-51.

MILLER, 1990. *Subset selection in régression*, Chapman et Hall, New York. 229 p.

PAYANDEH, B., 1996. *Growth and survival functions for three planted species in Northern Ontario.* Northern Journal of Applied Forestry 13(1) : 19-23.

PRÉGENT, G., V. BERTRAND et L. CHARETTE, 1996. *Tables préliminaires de rendement pour les plantations d'Épinette noire au Québec.* Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la recherche forestière. Mémoire n° 118, 70 p.

ROBITAILLE, A. et P. GRONDIN, 1992. *Guide sur l'utilisation des produits de la cartographie des districts écologiques en vue de l'élaboration du plan général d'aménagement forestier.* Ministère des Forêts du Québec, 67 p.

THIBAULT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation.* Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Service de la recherche et Service de la cartographie. Carte au 1 : 1 250 000.

YAMASAKI, S.H., J.W. FYLES, K.N. EGGER et B.D. TITUS, 1998. *The effect of* Kalmia angustifolia *on the growth, nutrition, and ectomycorrhizal symbiont community of black spruce.* Forest Ecology and Management 105 : 197-207.

2000-3124

ISBN 2-550-3608-1
Dépôt légal 2000
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 2000 Gouvernement du Québec

Québec
Ministère des
Ressources naturelles